

W1240

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-260226

(43)Date of publication of application : 13.09.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/0045

G11B 7/125

(21)Application number : 2001-055795

(71)Applicant : RICOH CO LTD

(22)Date of filing : 28.02.2001

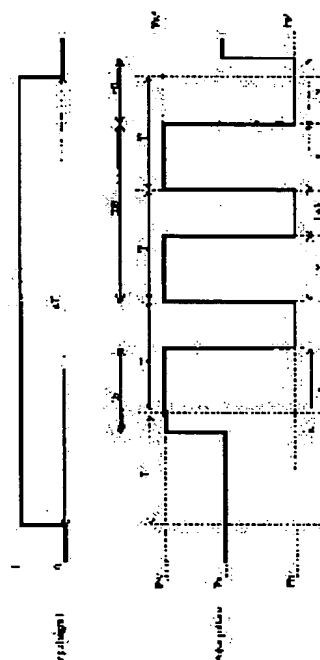
(72)Inventor : NARUMI SHINYA

(54) OPTICAL INFORMATION RECORDING MEDIUM, METHOD FOR RECORDING OPTICAL INFORMATION AND OPTICAL INFORMATION RECORDING DEVICE

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To make a recording with excellent signal characteristics in the case that a phase-variable optical information medium is used even when a multi-speed recording, a CAV recording and the like are made at different linear velocity.

SOLUTION: When the values of pulse string-relating x , y and z are set to be more than zero and recording linear velocity V is 3 m/s to 9 m/s, x , y and z are specified so that the following equations may be satisfied: $x=aV+b$ (provided $0.045 \leq a \leq 0.065$ and $0.1 \leq b \leq 0.4$), $y=cV+d$ (provided $0.03 \leq c \leq 0.05$ and $0.0 \leq d \leq 0.3$), and $z=eV+f$ (provided $-0.12 \leq e \leq -0.07$ and $0.8 \leq f \leq 1.5$). Similarly, when the recording linear velocity V is 6 m/s to 18 m/s and 12 m/s to 36 m/s, the values of pulse string-relating x , y and z are each specified correspondingly, thereby making the recording with excellent signal characteristics even when the multi-speed recording, the CAV recording and the like are made at different linear velocity which is within each recording linear velocity.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's

decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-260226

(P2002-260226A)

(43) 公開日 平成14年9月13日 (2002.9.13)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターミナル* (参考)

G 1 1 B 7/0045
7/125G 1 1 B 7/0045
7/125A 5 D 0 9 0
C 5 D 1 1 9

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-55795 (P2001-55795)

(22) 出願日 平成13年2月28日 (2001.2.28)

(71) 出願人 000006747

株式会社リコー

東京都大田区中馬込1丁目3番6号

(72) 発明者 鳴海 慎也

東京都大田区中馬込1丁目3番6号 株式
会社リコー内

(74) 代理人 100101177

弁理士 柏木 慎史 (外2名)

Fターム(参考) 5D090 AA01 BB05 CC01 DD03 EE02

KK05

5D119 AA23 BA01 BB04 DA01 HA59

HA61

(54) 【発明の名称】 光情報記録媒体、光情報記録方法及び光情報記録装置

(57) 【要約】

【課題】 相変化型の光情報記録媒体を用いる場合に、マルチスピード記録やC A V記録など異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録できるようにする。

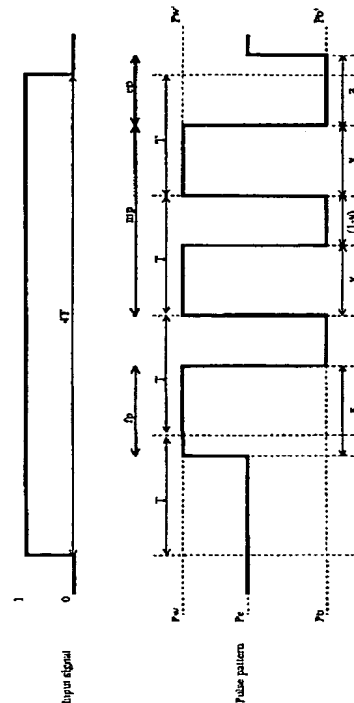
【解決手段】 パルス列に関する x 、 y 、 z の値を、0より大きく、かつ、記録線速度 V が $3\text{m/s} \sim 9\text{m/s}$ のときには、

$x = aV + b$ 但し $0.045 \leq a \leq 0.065$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.4$

$y = cV + d$ 但し $0.03 \leq c \leq 0.05$ 、 $0.0 \leq d \leq 0.3$

$z = eV + f$ 但し $-0.12 \leq e \leq -0.07$ 、 $0.8 \leq f \leq 1.5$

を満たすように特定化し、同様に、記録線速度 V が $6\text{m/s} \sim 18\text{m/s}$ 、 $12\text{m/s} \sim 36\text{m/s}$ のときには、パルス列に関する x 、 y 、 z の値を各々特定化することで、各々の記録線速度の範囲でのマルチスピード記録やC A V記録などの異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録できるようにした。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザー光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録方法であって、

マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、

信号幅が nT (T はクロック時間)である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベル P_e の連続光とし、

信号幅が nT である1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅 xT でパワーレベル P_w のパルス部 f_p と、計 $(n-n')$ 回の時間幅 yT でパワーレベル P_w' の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅 $(1-y)T$ でパワーレベル P_b' の低レベルパルスとをもつマルチパルス部 m_p と、時間幅 zT でパワーレベル P_b のパルス部 e_p とで構成され、 n 及び n' を $n' \leq n$ の正の整数とし、パワーレベルが $(P_w$ 及び $P_w') > P_e > (P_b$ 及び $P_b')$ である記録光のパルス列を用い、

前記パルス列に関する前記 x 、 y 、 z の値を、0より大きく、かつ、記録線速度 V が3m/s以上、9m/s以下のときには、

$x = aV + b$ 但し $0.045 \leq a \leq 0.065$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.4$
 $y = cV + d$ 但し $0.03 \leq c \leq 0.05$ 、 $0.0 \leq d \leq 0.3$
 $z = eV + f$ 但し $-0.12 \leq e \leq -0.07$ 、 $0.8 \leq f \leq 1.5$
 を満たすように設定したことを特徴とする光情報記録方法。

【請求項2】 同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザー光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録方法であって、

マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、

信号幅が nT (T はクロック時間)である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベル P_e の連続光とし、

信号幅が nT である1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅 xT でパワーレベル P_w のパルス部 f_p と、計 $(n-n')$ 回の時間幅 yT でパワーレベル P_w' の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅 $(1-y)T$ でパワーレベル P_b' の低レベルパルスとをもつマルチパルス部 m_p と、時間幅 zT でパワーレベル P_b のパルス部 e_p とで構成され、 n 及び n' を $n' \leq n$ の正の整数とし、パワーレベルが $(P_w$ 及び $P_w') > P_e > (P_b$ 及び $P_b')$ である記録光のパルス列を用い、

前記パルス列に関する前記 x 、 y 、 z の値を、0より大きく、かつ、記録線速度 V が6m/s以上、18m/s以下のときに、

$x = aV + b$ 但し $0.022 \leq a \leq 0.033$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.4$
 $y = cV + d$ 但し $0.015 \leq c \leq 0.025$ 、 $0.0 \leq d \leq 0.3$
 $z = eV + f$ 但し $-0.06 \leq e \leq -0.035$ 、 $0.8 \leq f \leq 1.5$

を満たすように設定したことを特徴とする光情報記録方法。

【請求項3】 同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザー光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録方法であって、

マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、

信号幅が nT (T はクロック時間)である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベル P_e の連続光とし、

信号幅が nT である1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅 xT でパワーレベル P_w のパルス部 f_p と、計 $(n-n')$ 回の時間幅 yT でパワーレベル P_w' の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅 $(1-y)T$ でパワーレベル P_b' の低レベルパルスとをもつマルチパルス部 m_p と、時間幅 zT でパワーレベル P_b のパルス部 e_p とで構成され、 n 及び n' を $n' \leq n$ の正の整数とし、パワーレベルが $(P_w$ 及び $P_w') > P_e > (P_b$ 及び $P_b')$ である記録光のパルス列を用い、

前記パルス列に関する前記 x 、 y 、 z の値を、0より大きく、かつ、記録線速度 V が12m/s以上、36m/s以下のときに、

$x = aV + b$ 、 但し $0.011 \leq a \leq 0.016$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.4$
 $y = cV + d$ 、 但し $0.008 \leq c \leq 0.012$ 、 $0.0 \leq d \leq 0.3$
 $z = eV + f$ 、 但し $-0.03 \leq e \leq -0.02$ 、 $0.8 \leq f \leq 1.5$

を満たすように設定したことを特徴とする光情報記録方法。

【請求項4】 同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザー光源からのレーザー光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録装置であって、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、信号幅が nT (T はクロック時間)である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベル P_e の連続光として前記レーザー光源を発光させ、信号幅が nT である1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅 xT でパワーレベル P_w のパルス部 f_p と、計 $(n-n')$ 回の時間幅 yT でパワーレベル P_w' の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅 $(1-y)T$ でパワーレベル P_b' の低レベルパルス

スとをもつマルチパルス部mpと、時間幅zTでパワーレベルPbのパルス部epとで構成され、n及びn'をn' ≤ nの正の整数とし、パワーレベルが(Pw及びPw') > Pe > (Pb及びPb')である記録光のパルス列を用いて前記レーザ光源を発光させる記録手段を備え、

前記記録手段は、前記パルス列に関する前記x、y、zの値を、0より大きく、かつ、記録線速度Vが3m/s以上、9m/s以下のときには、

$$x = aV + b \quad \text{但し} \quad 0.045 \leq a \leq 0.065, 0.1 \leq b \leq 0.4$$

$$y = cV + d \quad \text{但し} \quad 0.03 \leq c \leq 0.05, 0.0 \leq d \leq 0.3$$

$$z = eV + f \quad \text{但し} \quad -0.12 \leq e \leq -0.07, 0.8 \leq f \leq 1.5$$

を満たすように設定することを特徴とする光情報記録装置。

【請求項5】 同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザ光源からのレーザ光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録装置であって、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、信号幅がnT(Tはクロック時間)である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベルPeの連続光として前記レーザ光源を発光させ、信号幅がnTである1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅xTでパワーレベルPwのパルス部fpと、計(n-n')回の時間幅yTでパワーレベルPw'の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅(1-y)TでパワーレベルPb'の低レベルパルスとをもつマルチパルス部mpと、時間幅zTでパワーレベルPbのパルス部epとで構成され、n及びn'をn' ≤ nの正の整数とし、パワーレベルが(Pw及びPw') > Pe > (Pb及びPb')である記録光のパルス列を用いて前記レーザ光源を発光させる記録手段を備え、

前記記録手段は、前記パルス列に関する前記x、y、zの値を、0より大きく、かつ、記録線速度Vが6m/s以上、18m/s以下のときに、

$$x = aV + b \quad \text{但し} \quad 0.022 \leq a \leq 0.033, 0.1 \leq b \leq 0.4$$

$$y = cV + d \quad \text{但し} \quad 0.015 \leq c \leq 0.025, 0.0 \leq d \leq 0.3$$

$$z = eV + f \quad \text{但し} \quad -0.06 \leq e \leq -0.035, 0.8 \leq f \leq 1.5$$

を満たすように設定することを特徴とする光情報記録装置。

【請求項6】 同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザ光源からのレーザ光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録装置であって、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、信号幅がnT(Tはクロック時間)である0信号の記録或いは

書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベルPeの連続光として前記レーザ光源を発光させ、信号幅がnTである1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅xTでパワーレベルPwのパルス部fpと、計(n-n')回の時間幅yTでパワーレベルPw'の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅(1-y)TでパワーレベルPb'の低レベルパルスとをもつマルチパルス部mpと、時間幅zTでパワーレベルPbのパルス部epとで構成され、n及びn'をn' ≤ nの正の整数とし、パワーレベルが(Pw及びPw') > Pe > (Pb及びPb')である記録光のパルス列を用いて前記レーザ光源を発光させる記録手段を備え、

前記記録手段は、前記パルス列に関する前記x、y、zの値を、0より大きく、かつ、記録線速度Vが12m/s以上、36m/s以下のときに、

$$x = aV + b, \quad \text{但し} \quad 0.011 \leq a \leq 0.016, 0.1 \leq b \leq 0.4$$

$$y = cV + d, \quad \text{但し} \quad 0.008 \leq c \leq 0.012, 0.0 \leq d \leq 0.3$$

$$z = eV + f, \quad \text{但し} \quad -0.03 \leq e \leq -0.02, 0.8 \leq f \leq 1.5$$

を満たすように設定することを特徴とする光情報記録装置。

【請求項7】 請求項1、2又は3記載の光情報記録方法を用いて記録された光情報記録媒体であって、再生信号のジッター特性σ/Tが9%以下、変調度が0.55以上、反射率が16%以上であることを特徴とする光情報記録媒体。

【請求項8】 請求項1、2又は3記載の光情報記録方法を用いて記録を行なうことが可能な未記録状態の光情報記録媒体であって、記録後の再生信号のジッター特性σ/Tが9%以下、変調度が0.55以上、反射率が16%以上となるように調整されていることを特徴とする光情報記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レーザ光を照射することにより記録層材料に相変化を生じさせ、情報の記録、再生又は書き換えを行なう相変化型の光情報記録媒体、光情報記録方法及び光情報記録装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 レーザ光の照射により記録・再生を行なう光情報記録媒体として、一度だけ記録可能(追記型)なCD-RやDVD-R、書き換えが可能なCD-RW、DVD-RW、DVD-RAM、MD、MOディスクなどの様々な媒体が実用化されており、リムーバブルな媒体として、カセットテープやフロッピー(登録商標)ディスクなどの磁気記録媒体に代わり、年々需要が高まっている。

【0003】これらの光情報記録媒体のうち、CD-RW、DVD-RW、DVD-RAMなどは、記録層の材料として、結晶-非結晶相間或いは結晶-結晶相間の転移を利用する、いわゆる相変化材料を使用している。特に、MD、MOなどの光磁気メモリーでは困難である単一ビームによるオーバーライトが容易であり、記録・再生装置側の光学系もより単純であることなどから、相変化型の光情報記録媒体の需要が高まっている。

【0004】一般に、相変化型の光情報記録媒体に対して情報を記録する際、オーバーライトを良好に行なうために、レーザー光のパワーレベルを3段階に変調させたパルスストラテジを使用して記録及び書き換えを行なっている。このとき、マルチスピード記録やCAV（角速度一定）記録のように、同じ記録媒体に対して異なる線速度で記録を行なう場合、低線速度領域よりも高線速度領域の方が記録層を昇温させるために掛けるエネルギー量が大きくなるため、適切な記録条件は異なってくる。そのため、高線速度領域では低線速度領域に比べて記録パワーを高くする、及び／又は、記録パルスストラテジにおけるマルチパルス部（mp部）の高レベルパルスのパワーレベルPwをかける時間幅を長くするなど、線速度毎に最適な記録条件へ変更させることで、良好な特性での記録を行なうことが要望されている。

【0005】このときの詳細な記録条件については、記録媒体の材料・構成などによって異なる。そのため、例えばCD-RWにおいては、記録媒体中に予め1X（＝1.2m/s）、4X（＝4.8m/s）、10X（＝12m/s）の線速度毎に、その記録媒体における適切な記録条件についての情報を入れておき、その情報を利用して記録条件の設定を行なうという手法が取り入れられている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような方法では、記録線速度毎に最適な記録パワー及び／又は記録パルスストラテジを決定し、各々について記録条件の設定を行なう必要が生じる。そのため、記録媒体の半径位置により連続的に記録線速度が変化することになるCAV記録などの場合については、線速度毎に記録条件の設定を行なうことは、非常に困難である。

【0007】従って、このような条件下においても、良好な特性で記録することができる記録方法を設定する、若しくは、記録線速度によらずに良好な特性で記録することができる光情報記録媒体を設計する必要がある。

【0008】本発明は、相変化型の光情報記録媒体を用いる場合に、マルチスピード記録やCAV記録など異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録することができる光情報記録媒体、光情報記録方法及び光情報記録装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なく

とも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザー光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録方法であって、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、信号幅がnT（Tはクロック時間）である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベルPeの連続光とし、信号幅がnTである1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅xTでパワーレベルPwのパルス部fpと、計（n-n'）回の時間幅yTでパワーレベルPw'の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅（1-y）TでパワーレベルPb'の低レベルパルスとをもつマルチパルス部mpと、時間幅zTでパワーレベルPbのパルス部epとで構成され、n及びn'をn' ≤ nの正の整数とし、パワーレベルが（Pw及びPw'）>Pe>（Pb及びPb'）である記録光のパルス列を用い、前記パルス列に関する前記x、y、zの値を、0より大きく、かつ、記録線速度Vが3m/s以上、9m/s以下のときには、

$$x = aV + b \quad \text{但し} \quad 0.045 \leq a \leq 0.065, 0.1 \leq b \leq 0.4$$

$$y = cV + d \quad \text{但し} \quad 0.03 \leq c \leq 0.05, 0.0 \leq d \leq 0.3$$

$$z = eV + f \quad \text{但し} \quad -0.12 \leq e \leq -0.07, 0.8 \leq f \leq 1.5$$

を満たすように設定した。

【0010】従って、相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対してマークエッジ記録にて情報の記録を行なう際、記録線速度が3m/sから9m/sにおける記録パルスストラテジを特定化することで、3m/sから9m/sの記録線速度の範囲でのマルチスピード記録やCAV記録などの異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録することができる。

【0011】請求項2記載の発明は、同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザー光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録方法であって、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、信号幅がnT（Tはクロック時間）である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベルPeの連続光とし、信号幅がnTである1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅xTでパワーレベルPwのパルス部fpと、計（n-n'）回の時間幅yTでパワーレベルPw'の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅（1-y）TでパワーレベルPb'の低レベルパルスとをもつマルチパルス部mpと、時間幅zTでパワーレベルPbのパルス部epとで構成され、n及びn'をn' ≤ nの正の整数とし、パワーレベルが（Pw及びPw'）>Pe>（Pb及びPb'）である記録光のパルス列を用い、前記パルス列に関する前記x、y、zの値を、0より大きく、かつ、記録線速度Vが6m/s以上、18m/s以下のときに、

$$\begin{aligned} x &= aV + b \quad \text{但し} \quad 0.022 \leq a \leq 0.033, 0.1 \leq b \leq 0.4 \\ y &= cV + d \quad \text{但し} \quad 0.015 \leq c \leq 0.025, 0.0 \leq d \leq 0.3 \\ z &= eV + f \quad \text{但し} \quad -0.06 \leq e \leq -0.035, 0.8 \leq f \leq 1.5 \end{aligned}$$

を満たすように設定した。

【0012】従って、相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対してマークエッジ記録にて情報の記録を行なう際、記録線速度が6m/sから18m/sにおける記録パルスストラテジを特定化することで、6m/sから18m/sの記録線速度の範囲でのマルチスピード記録やCAV記録などの異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録することができる。

【0013】請求項3記載の発明は、同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザー光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録方法であって、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、信号幅が nT (T はクロック時間)である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベル P_e の連続光とし、信号幅が nT である1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅 xT でパワーレベル P_w のパルス部 f_p と、計 $(n-n')$ 回の時間幅 yT でパワーレベル P_w' の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅 $(1-y)T$ でパワーレベル P_b' の低レベルパルスとをもつマルチパルス部 m_p と、時間幅 zT でパワーレベル P_b のパルス部 e_p とで構成され、 n 及び n' を $n' \leq n$ の正の整数とし、パワーレベルが $(P_w \text{及び} P_w') > P_e > (P_b \text{及び} P_b')$ である記録光のパルス列を用い、前記パルス列に関する前記 x 、 y 、 z の値を、0より大きく、かつ、記録線速度 V が12m/s以上、36m/s以下のときに、 $x = aV + b$ 、但し $0.011 \leq a \leq 0.016, 0.1 \leq b \leq 0.4$
 $y = cV + d$ 、但し $0.008 \leq c \leq 0.012, 0.0 \leq d \leq 0.3$
 $z = eV + f$ 、但し $-0.03 \leq e \leq -0.02, 0.8 \leq f \leq 1.5$ を満たすように設定した。

【0014】従って、相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対してマークエッジ記録にて情報の記録を行なう際、記録線速度が12m/sから36m/sにおける記録パルスストラテジを特定化することで、12m/sから36m/sの記録線速度の範囲でのマルチスピード記録やCAV記録などの異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録することができる。

【0015】請求項4記載の発明は、同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザー光源からのレーザー光を照射することにより前記記録層に相変

化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録装置であって、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、信号幅が nT (T はクロック時間)である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベル P_e の連続光として前記レーザー光源を発光させ、信号幅が nT である1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅 xT でパワーレベル P_w のパルス部 f_p と、計 $(n-n')$ 回の時間幅 yT でパワーレベル P_w' の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅 $(1-y)T$ でパワーレベル P_b' の低レベルパルスとをもつマルチパルス部 m_p と、時間幅 zT でパワーレベル P_b のパルス部 e_p とで構成され、 n 及び n' を $n' \leq n$ の正の整数とし、パワーレベルが $(P_w \text{及び} P_w') > P_e > (P_b \text{及び} P_b')$ である記録光のパルス列を用いて前記レーザー光源を発光させる記録手段を備え、前記記録手段は、前記パルス列に関する前記 x 、 y 、 z の値を、0より大きく、かつ、記録線速度 V が3m/s以上、9m/s以下のときには、 $x = aV + b$ 但し $0.045 \leq a \leq 0.065, 0.1 \leq b \leq 0.4$
 $y = cV + d$ 但し $0.03 \leq c \leq 0.05, 0.0 \leq d \leq 0.3$
 $z = eV + f$ 但し $-0.12 \leq e \leq -0.07, 0.8 \leq f \leq 1.5$ を満たすように設定する。

【0016】従って、相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対してマークエッジ記録にて情報の記録を行なう際、記録線速度が3m/sから9m/sにおける記録パルスストラテジを特定化することで、3m/sから9m/sの記録線速度の範囲でのマルチスピード記録やCAV記録などの異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録することができる。

【0017】請求項5記載の発明は、同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザー光源からのレーザー光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録装置であって、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、信号幅が nT (T はクロック時間)である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベル P_e の連続光として前記レーザー光源を発光させ、信号幅が nT である1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅 xT でパワーレベル P_w のパルス部 f_p と、計 $(n-n')$ 回の時間幅 yT でパワーレベル P_w' の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅 $(1-y)T$ でパワーレベル P_b' の低レベルパルスとをもつマルチパルス部 m_p と、時間幅 zT でパワーレベル P_b のパルス部 e_p とで構成され、 n 及び n' を $n' \leq n$ の正の整数とし、パワーレベルが $(P_w \text{及び} P_w') > P_e > (P_b \text{及び} P_b')$ である記録光のパルス列を用いて前記レーザー光源を発光させる記録手段を備え、前記記録手段は、前記パルス列に関する前記 x 、 y 、 z の値を、0より大きく、

かつ、記録線速度 V が 6m/s 以上、 18m/s 以下のときに、
 $x = aV + b$ 但し $0.022 \leq a \leq 0.033$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.4$
 $y = cV + d$ 但し $0.015 \leq c \leq 0.025$ 、 $0.0 \leq d \leq 0.3$
 $z = eV + f$ 但し $-0.06 \leq e \leq -0.035$ 、 $0.8 \leq f \leq 1.5$

を満たすように設定する。

【0018】従って、相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対してマークエッジ記録にて情報の記録を行なう際、記録線速度が 6m/s から 18m/s における記録パルスストラテジを特定化することで、 6m/s から 18m/s の記録線速度の範囲でのマルチスピード記録やCAV記録などの異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録することができる。

【0019】請求項6記載の発明は、同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板上に少なくとも相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対して、レーザー光源からのレーザー光を照射することにより前記記録層に相変化を生じさせて情報の記録或いは書き換えを行なう光情報記録装置であって、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際、信号幅が nT (T はクロック時間)である0信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波をパワーレベル P_e の連続光として前記レーザー光源を発光させ、信号幅が nT である1信号の記録或いは書き換えを行なう場合の記録波については、時間幅 xT でパワーレベル P_w のパルス部 $f p$ と、計 $(n - n')$ 回の時間幅 yT でパワーレベル P_w' の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅 $(1 - y)T$ でパワーレベル P_b' の低レベルパルスとをもつマルチパルス部 $m p$ と、時間幅 zT でパワーレベル P_b のパルス部 $e p$ とで構成され、 n 及び n' を $n' \leq n$ の正の整数とし、パワーレベルが $(P_w$ 及び $P_w') > P_e > (P_b$ 及び $P_b')$ である記録光のパルス列を用いて前記レーザー光源を発光させる記録手段を備え、前記記録手段は、前記パルス列に関する前記 x 、 y 、 z の値を、0より大きく、かつ、記録線速度 V が 12m/s 以上、 36m/s 以下のときに、
 $x = aV + b$ 、 但し $0.011 \leq a \leq 0.016$ 、 $0.1 \leq b \leq 0.4$
 $y = cV + d$ 、 但し $0.008 \leq c \leq 0.012$ 、 $0.0 \leq d \leq 0.3$
 $z = eV + f$ 、 但し $-0.03 \leq e \leq -0.02$ 、 $0.8 \leq f \leq 1.5$

を満たすように設定する。

【0020】従って、相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対してマークエッジ記録にて情報の記録を行なう際、記録線速度が 12m/s から 36m/s における記録パルスストラテジを特定化することで、 12m/s から 36m/s の記録線速度の範囲でのマルチスピード記録やCAV記録などの異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録することができる。

【0021】請求項7記載の発明は、請求項1、2又は

3記載の光情報記録方法を用いて記録された光情報記録媒体であって、再生信号のジッター特性 σ/T が9%以下、変調度が0.55以上、反射率が16%以上である。

【0022】従って、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際の記録パルスストラテジを特定化した光情報記録方法にて記録を行なった光情報記録媒体において、再生信号特性を特定化することで、記録後の光情報記録媒体の再生装置による再生互換性が高くすることができる。

【0023】請求項8記載の発明は、請求項1、2又は3記載の光情報記録方法を用いて記録を行なうことが可能な未記録状態の光情報記録媒体であって、記録後の再生信号のジッター特性 σ/T が9%以下、変調度が0.55以上、反射率が16%以上となるように調整されている。

【0024】従って、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際の記録パルスストラテジを特定化した光情報記録方法にて記録を行なうことが可能な未記録状態の光情報記録媒体において、記録後の再生信号特性を調整することで、記録後の光情報記録媒体の再生装置による再生互換性が高くすることができる。

【0025】

【発明の実施の形態】本発明の一実施の形態を図面に基づいて説明する。まず、本実施の形態の光情報記録媒体に対して情報の記録・再生を行う装置の概略構成例を図1に示す。相変化型の光情報記録媒体1をスピンドルモーター2等による駆動手段により回転駆動する一方、記録・再生用ピックアップ3にてレーザー駆動回路4により半導体レーザーからなるレーザー光源を駆動して、光学系を介して光情報記録媒体1にレーザー光を照射させて、光情報記録媒体1の記録層に相変化を生じさせることにより情報の記録或いは書き換えを行なう。また、光情報記録媒体1からの反射光を記録・再生用ピックアップ3で受光することにより、光情報記録媒体1に対する情報の再生を行なう。

【0026】ここで、本実施の形態の光情報記録媒体1の構成例について図2を参照して説明する。基本的な構成は、同心円又は螺旋状の案内溝を有する透明基板11上に下部保護層12、記録層13、上部保護層14、反射放熱層15、オーバーコート層16を有する。さらに、オーバーコート層16層上には印刷層18、基板11の鏡面側にはハードコート層17を有しても良い。

【0027】上記の単板ディスク1aを、接着層19を介して貼り合わせ構造としても良い。貼り合わせる反対面のディスク20は、同様の単板ディスクでも透明基板のみでも良い。また、単板ディスク1aに印刷層18を形成せずに貼り合わせ、貼り合わせ後に反対面側に印刷層18'を形成しても良い。

【0028】基板11の材料は、通常ガラス、セラミックス、或いは樹脂であり、樹脂基板が成形性、コストの点で好適である。樹脂の例としてはポリカーボネート樹

脂、アクリル樹脂、エポキシ樹脂、ポリスチレン樹脂、アクリロニトリルスチレン共重合体樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、シリコン系樹脂、フッ素系樹脂、ABS樹脂、ウレタン樹脂などがあげられるが、成形性、光学特性、コストの点で優れるポリカーボネート樹脂、アクリル系樹脂が好ましい。

【0029】記録層13の材料としては、結晶-アモルファス相間の相変化を起こし、各々が安定化又は準安定化状態をとることができるSb、Teを含み、その組成比 $Sb_{\eta}Te_{100-\eta}$ (η は原子%)が $40 \leq \eta \leq 80$ である相変化型記録材料が、記録(アモルファス化)感度・速度、消去(結晶化)感度・速度、及び消去比が良好なため適している。このSbTe材料に、Ga、Ge、Ag、In、Bi、C、N、O、Si、Sなどの元素を添加することで、記録・消去感度や信号特性、信頼性などを改善することができるため、添加した元素やその組成比によって光情報記録媒体の特性を制御することができる。該元素の添加比率は、0.1~20at%、好適には0.1~15at%とするのが良い。20at%より多くすると、全面結晶化処理(初期化)を良好に行なうことができなくなる。

【0030】相変化型の記録層13の膜厚としては10~50nm、好適には12~30nmとするのが良い。さらにジッター等の初期特性、オーバーライト特性、量産効率を考慮すると、好適には14~25nmとするのが良い。10nmより薄いと光吸収能が著しく低下し、記録層としての役割を果たさなくなる。また、50nmより厚いと高速で均一な相変化がおこりにくくなる。このような記録層13は、各種気相成長法、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、プラズマCVD法、光CVD法、イオンプレーティング法、電子ビーム蒸着法などによって形成できる。なかでも、スパッタリング法が、量産性、膜質等に優れている。

【0031】上記の記録層13の下層及び上層には、保護層12、14が形成される。保護層12、14層の材料としては、 SiO 、 SiO_2 、 ZnO 、 SnO_2 、 Al_2O_3 、 TiO_2 、 In_2O_3 、 MgO 、 ZrO_2 などの金属酸化物、 Si_3N_4 、 AlN 、 TiN 、 BN 、 ZrN などの窒化物、 ZnS 、 In_2S_3 、 Ta_2S_4 などの硫化物、 SiC 、 TaC 、 BC 、 WC 、 TiC 、 ZrC などの炭化物やダイヤモンド状カーボン或いは、それらの混合物があげられる。これらの材料は、単体で保護層とすることもできるが、互いの混合物としても良い。必要に応じて不純物を含んでも良い。また、単層でなく、二層以上を積層した構造としても良い。ただし、保護層12、14の融点は、相変化型記録層よりも高いことが必要である。このような保護層12、14は、各種気相成長法、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、プラズマCVD法、光CVD法、イオンプレーティング法、電子ビーム蒸着法などによって形成できる。なかで

も、スパッタリング法が、量産性、膜質等に優れている。

【0032】下部保護層12の膜厚は、反射率、変調度や記録感度に大きく影響する。良好な信号特性を得るためには、60~120nmとすることが要求される。上部保護層14の膜厚としては、5~45nm、好適には7~40nmとするのが良い。5nmより薄くなると耐熱性保護層としての機能を果たさなくなる。また、記録感度の低下を生じる。一方、45nmより厚くなると、界面剥離を生じやすくなり、繰り返し記録性能も低下する。

【0033】反射放熱層15としては、Al、Au、Ag、Cu、Ta、Ti、Wなどの金属材料、又はこれらの元素を含む合金などを用いることができる。また、耐腐食性の向上、熱伝導率の改善などのために、上記材料に対してCr、Ti、Si、Cu、Ag、Pd、Taなどの元素を添加しても良い。添加比率は、0.3~2at%とするのが適している。0.3at%より少ないと、耐腐食性の効果に劣る。2at%より多くなると、熱伝導率が上がりすぎ、アモルファス状態を形成し難くなる。このような反射放熱層15は、各種気相成長法、例えば、真空蒸着法、スパッタリング法、プラズマCVD法、光CVD法、イオンプレーティング法、電子ビーム蒸着法などによって形成できる。合金又は金属層の膜厚としては、50~200nm、好適には70~160nmとするのが良い。また、合金又は金属層を多層化することも可能である。多層化した場合では、各層の膜厚は少なくとも10nm以上必要で、多層化膜の合計膜厚は50~160nmとするのが良い。

【0034】反射放熱層15の上には、その酸化防止のためにオーバーコート層16が形成される。オーバーコート層16としては、スピンコートで作製した紫外線硬化型樹脂が一般的である。その厚さは、3~15 μm が適当である。3 μm より薄くすると、オーバーコート層16上に印刷層18を設ける場合、エラーの増大が認められることがある。一方、15 μm より厚くすると、内部応力が大きくなってしまい、ディスクの機械特性に大きく影響してしまう。

【0035】ハードコート層17としては、スピンコートで作製した紫外線硬化型樹脂が一般的である。その厚さは、2~6 μm が適当である。2 μm より薄くすると、十分な耐擦傷性が得られない。6 μm より厚くすると、内部応力が大きくなってしまい、ディスクの機械特性に大きく影響してしまう。その硬度は、布でこすっても大きな傷がつかない鉛筆硬度であるH以上とする必要がある。必要に応じて、導電性の材料を混入させ、帯電防止を図り、埃等の付着を防止することも効果的である。

【0036】印刷層18は、耐擦傷性の確保、ブランド名などのレーベル印刷、インクジェットプリンタに対するインク受容層の形成などを目的としており、紫外線硬化型樹脂をスクリーン印刷法にて形成するのが一般的である。その厚さは、3~50 μm が適当である。3 μm より

薄くすると、層形成時にムラが生じてしまう。50 μ mより厚くすると、内部応力が大きくなってしまい、ディスクの機械特性に大きく影響してしまう。

【0037】接着層19としては、紫外線硬化型樹脂、ホットメルト接着剤、シリコン樹脂などの接着剤を用いることができる。このような接着層19の材料は、オーバーコート層16又は印刷層18上に、材料に応じて、スピンコート、ロールコート、スクリーン印刷法などの方法により塗布し、紫外線照射、加熱、加圧等の処理を行なって反対面のディスクと貼り合わせる。反対面のディスク20は、同様の単板ディスクでも透明基板のみでも良く、反対面ディスクの貼り合わせ面については、接着層の材料を塗布してもしなくても良い。また、接着層19としては、粘着シートを用いることもできる。接着層19の膜厚は特に制限されるものではないが、材料の塗布性、硬化性、ディスクの機械特性の影響を考慮すると5~100 μ mが好適である。接着面の範囲は特に制限されるものではないが、DVD及び/又はCD互換が可能な光情報記録媒体に应用する場合、接着強度を確保するためには内周端の位置が Φ 15~40mm、好適には Φ 15~30mmであることが望ましい。

【0038】このような基本的な構成において、本実施の形態では、光情報記録媒体1の記録層13に対してマークの幅として信号を記録するようマークを記録する、いわゆるPWM記録（マークエッジ記録）方式で情報の記録を行なう。このため、レーザー駆動回路4中に含まれる記録手段（図示せず）は、記録すべき信号を変調部にてクロックを用いて、例えば、書き換え型コンパクトディスクの情報記録に適したEFM（Eight-to-Fourteen Modulation）変調方式、或いはその改良変調方式で変調する。

【0039】記録手段は、このようなPWM記録を行なう際に図3に示すような記録パルスストラテジに従い半導体レーザーを発光させる。まず、変調後の信号幅が nT （ n は所定の値、 T はクロック時間：信号の変調に用いるクロックの周期に相当する時間）である0信号の記録或いは書き換えを行なう時の記録光をパワーレベル P_e の連続光として半導体レーザーを発光させる。また、変調後の信号幅が nT である1信号の記録或いは書き換えを行なう時の記録光については、時間幅 xT でパワーレベル P_w のパルス部 f_p と、計 $(n-n')$ 回の時間幅 yT でパワーレベル P_w' の高レベルパルスとその高レベルパルスの間に時間幅 $(1-y)T$ でパワーレベル P_b' の低レベルパルスとをもつマルチパルス部 m_p と、時間幅 zT でパワーレベル P_b のパルス部 e_p とで構成され、 n 及び n' を $n' \leq n$ の正の整数とし、パワーレベルが $(P_w$ 及び $P_w') > P_e > (P_b$ 及び $P_b')$ である記録光のパルス列として半導体レーザーを発光させる。図3は、 $n=4$ 、 $n'=2$ のときの例である。

【0040】記録光のパルス列について、記録線速度が

3m/sから9m/sの範囲において記録を行ない、線速度毎に時間幅 x 、 y 、 z を変化させた場合のジッター特性 σ/T の評価を行ない、ジッター値が最小になるときの x 、 y 、 z と記録線速度 V との相関をとると、何れのパルスにおいても、ジッター特性が最小値をとる時間幅と記録線速度とは比例関係となる（図4参照）。従って、最適な記録パルスストラテジにおけるパルス幅 x 、 y 、 z は、各々以下のような記録線速度 V の関数で表わされる。

$$【0041】 x = aV + b$$

$$y = cV + d$$

$$z = eV + f$$

このとき、 a は0.045から0.065が記録後の光情報記録媒体1における再生信号のジッター特性 σ/T が9%以下、変調度が0.55以上、反射率が16%以上であり、再生装置による再生互換性が高く、好適である。さらに好適には a が0.05から0.06が望ましい。 b は0.1から0.4が同様に記録後の光情報記録媒体1の再生装置による再生互換性が高く、好適である。さらに好適には0.2から0.3が望ましい。 c は0.03から0.05が同様に記録後の光情報記録媒体1の再生装置による再生互換性が高く、好適である。さらに好適には0.035から0.045が望ましい。 d は0.0から0.3が同様に記録後の光情報記録媒体1の再生装置による再生互換性が高く、好適である。さらに好適には0.15から0.25が望ましい。 e は-0.12から-0.07が同様に記録後の光情報記録媒体1の再生装置による再生互換性が高く、好適である。さらに好適には-0.1から-0.09が望ましい。 f は0.8から1.5が同様に記録後の光情報記録媒体1の再生装置による再生互換性が高く、好適である。さらに好適には1.0から1.2が望ましい。

【0042】また、記録線速度が6m/sから18m/sの範囲に適応させるように調整した光情報記録媒体においては、記録後の光情報記録媒体1の再生装置による再生互換性が高く、好適である範囲として、 a が0.022から0.033、 c が0.015から0.025、 e が-0.06から-0.035が望ましい。 b 、 d 、 f は記録線速度が3m/sから9m/sの場合と同様である。

【0043】記録線速度が12m/sから36m/sの範囲に適応させるように調整した光情報記録媒体においては、好適である範囲として、 a が0.011から0.016、 c が0.008から0.012、 e が-0.03から-0.02が望ましい。 b 、 d 、 f は記録線速度が3m/sから9m/sの場合と同様である。

【0044】上記の関係式に基づき、記録線速度毎に記録パルスストラテジを設定して記録を行なう方法を採用することで、各々の光情報記録媒体1において、マルチスピード記録及びCAV記録に対応することができる。

【0045】

【実施例】本発明の一実施例を図面を参照して説明する。

【0046】射出成形によりポリカーボネート基板11

を形成し、この基板 11 に、下部保護層 12、記録層 13、上部保護層 14 及び反射放熱層 15 を順次スパッタリング法により積層した。下部保護層 12 には $ZnSSiO_2$ を、上部保護層 14 には $ZnSSiO_2$ と SiC を積層し、膜厚は各々 80nm、10nm、5nm とした。記録層 13 は $AgGeInSbTe$ 系相変化記録材料を用い、膜厚は 15nm とした。反射放熱層 15 には Ag を使用し、基板 / $ZnSSiO_2$ (80nm) / 記録層 (15nm) / $ZnSSiO_2$ (10nm) / SiC (5nm) / Ag (140nm) という層構成を形成した。さらに、反射放熱層 15 上に紫外線硬化型樹脂のスピンコートによるオーバーコート層 16 を形成し、相変化型光情報記録媒体 1 の単板ディスク 1a を作成した。次に、オーバーコート層 16 上に接着層 19 を介してポリカーボネート基板 20 を貼り合わせ、ポリカーボネート基板 20 の表面（貼り合わせ面の反対面）側に印刷層 18 を形成し、貼り合わせディスクを得た。その後、大口径 LD（ビーム径 $200 \times 1 \mu m$ ）を有する初期化装置によって、相変化型の光情報記録媒体 1 の記録層 13 の全面結晶化を行なった。

【0047】このようにして得た光情報記録媒体 1 に対して、3m/s から 9m/s の範囲の記録線速度にて記録を行ない、各々の線速度において、 x 、 y 、 z を変化させた場合のジッター特性 σ/T の評価を行ない、ジッター値が最小になるときの x 、 y 、 z の値を求めた。このときの x 、 y 、 z の値と記録線速度 V との相関を図 3 に示す。 x 、 y 、 z の何れの場合も記録線速度 V と比例関係となっており、その関係式は以下の通りであった。

$$【0048】 x = 0.06V + 0.2$$

$$y = 0.035V + 0.25$$

$$z = -0.1V + 1.2$$

【0049】

【発明の効果】請求項 1、4 記載の発明によれば、相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対してマークエッジ記録にて情報の記録を行なう際、記録線速度が 3m/s から 9m/s における記録パルスストラテジを特定化することで、3m/s から 9m/s の記録線速度の範囲でのマルチスピード記録や CAV 記録などの異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録することができる。

【0050】請求項 2、5 記載の発明によれば、相変化

型の記録層を有する光情報記録媒体に対してマークエッジ記録にて情報の記録を行なう際、記録線速度が 6m/s から 18m/s における記録パルスストラテジを特定化することで、6m/s から 18m/s の記録線速度の範囲でのマルチスピード記録や CAV 記録などの異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録することができる。

【0051】請求項 3、6 記載の発明によれば、相変化型の記録層を有する光情報記録媒体に対してマークエッジ記録にて情報の記録を行なう際、記録線速度が 12m/s から 36m/s における記録パルスストラテジを特定化することで、12m/s から 36m/s の記録線速度の範囲でのマルチスピード記録や CAV 記録などの異なる線速度による記録時においても、良好な信号特性で記録することができる。

【0052】請求項 7 記載の発明によれば、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際の記録パルスストラテジを特定化した光情報記録方法にて記録を行なった光情報記録媒体において、再生信号特性を特定化することで、記録後の光情報記録媒体の再生装置による再生互換性が高くすることができる。

【0053】請求項 8 記載の発明によれば、マークエッジ記録により情報の記録を行なう際の記録パルスストラテジを特定化した光情報記録方法にて記録を行なうことが可能な未記録状態の光情報記録媒体において、記録後の再生信号特性を調整することで、記録後の光情報記録媒体の再生装置による再生互換性が高くすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の一実施の形態を示す記録再生装置の概略構成図である。

【図 2】相変化型の光情報記録媒体の構成例を示す模式的断面図である。

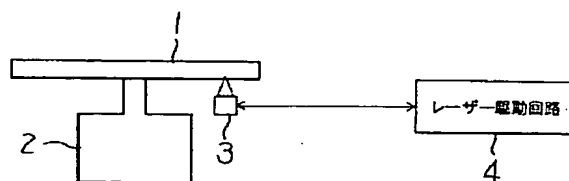
【図 3】記録パルスストラテジを示す説明図である。

【図 4】記録線速度依存性を示す特性図である。

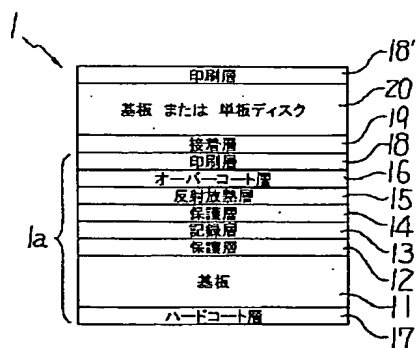
【符号の説明】

- 1 光情報記録媒体
- 13 相変化型の記録層

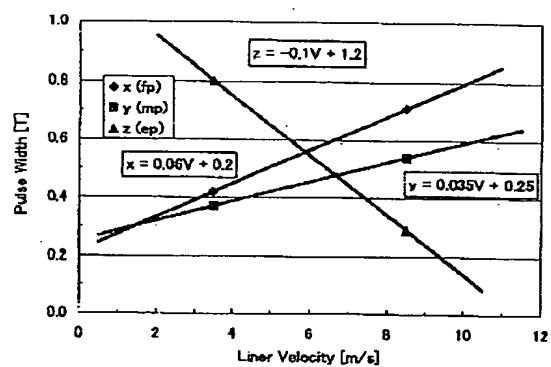
【図 1】



【図2】



【図4】



【図 3】

